

XIV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ», 4-5 грудня 2018 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

УДК 621.38

*А.П. Батурін, студент гр. ПБ-72мп, М.Ф. Терещенко к.т.н., доцент
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

РЕОГРАФІЧНІ ПОКАЗНИКИ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН ПРИ ДІЇ УЛЬТРАЗВУКУ

Анотація. У статті досліджується зміна значень параметрів реографії під час дії зовнішніх факторів (ультразвуку) на біологічний об'єкт (БО).

На сьогоднішній день існує визнаний метод оцінки рівня заповнення кровоносних судин досліджуваної зони, оцінка тону на рівень розподільних артерій, рівень периферичного опору, стан венозного відтоку і т. д. У статті приведений огляд і аналіз сучасних методів і засобів реографії, встановлення перспективних напрямків її розвитку, методів дослідження і засобів експрес-реєстрації реографії периферичного кровотоку, експериментальні дослідження і реєстрації змін в реограмах кінцівок конкретної зони БО під впливом дії ультразвуку, розробка експериментального зразка портативного реографа.

Ключові слова: ультразвук, реографія, імпедансна плетизмографія, зміни реографічних параметрів.

ВСТУП

Найбільше число смертельних випадків в світі пов'язані із захворюваннями серця і кровоносної системи. Для ефективної оцінки функціонального стану системної гемодинаміки потрібно розробки нових ІТ-технологій діагностики, лікування та прогнозування стану організму. Звідси розробка досконалих методів досліджень, що забезпечують ефективну діагностику функціонального стану серцево-судинної системи, є вкрай актуальною і полягає в пошуку доступних для широкого застосування нових методів і показників кількісного визначення інтенсивності кровопостачання [1]. В даний час функціональна діагностика використовує прямі і непрямі методами оцінки стану серцево-судинної системи. До них відноситься і реографія судинного кровотоку для кількісного та якісного аналізу значень параметрів серця і судинної системи [1,2]. Однак на достовірність отриманих реограм впливають зовнішні фактори - температура середовища, електромагнітні поля і акустичні коливання.

Оцінці впливу на дійсні значення параметрів реограм в середовищі дії ультразвукових коливань присвячена дана робота. Експериментально досліджені зміни значень географічних показники під дією ультразвуку.

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ

Процесом визначення пульсових коливань кровонаповнення судин різних органів і тканин, заснований на графічній реєстрації змін повного електричного опору тканин досліджували наукові школи США, Європейського Союзу, України, Росії, Білорусії та дослідники такі як: А.А. Кедрів, М.М. Савицький, А.І. Науменко, Г.І. Енін, Б.І. Биск, Ю.Т. Пушкар, Л.Г. Терехова, М. І. Тищенко, М.А. Осколкова, Л.Б. М.А. Ронкін, Л.Б. Іванов, В.А. Макаров, С. Ю. Єрмолов, Б.С. Агте і багато ін. [1,2,3,4].

В даний час реографічних методів знайшли застосування для оцінки стану периферичного кровообігу кінцівках, кровонаповнення головного мозку, хребта, легень, а також в органах репродуктивної і видільної систем людини.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

При опису реограм включають оцінку рівня кровонаповнення судин досліджуваної зони, оцінку значень тонузу на рівні артерій поширення, оцінку еластичності судин, рівня периферичного опору і стану венозного відтоку.

Для оцінки рівня кровонаповнення зазвичай використовується амплітудна і частотна складова реосигнала. Розглянемо моделі ділянки тіла, верхньої кінцівки, при повздовжній реографії.

Представимо найпростішу модель ділянки тіла у вигляді чотирьох паралельно з'єднаних резисторів, один з яких моделює опір магістральних артерій при діастолічному тиску R_D . Змінний опір пов'язане зі зміною діаметра судин \bar{R}_D , опір тканин R_T , опір R_y , що змінюється в результаті дії ультразвукових коливань.

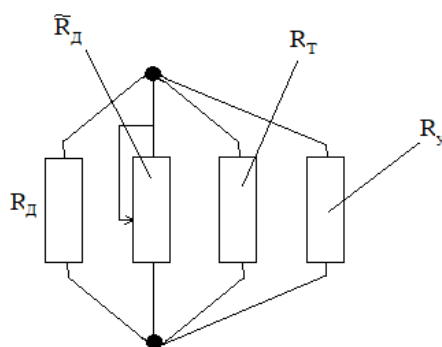


Рис. 1 Модель вимірюваної ділянки тіла людини

Зміна значень опору R_A кровотоку обчислюється зі співвідношення:

$$R_A = \rho_k \frac{L_A}{S_A} + R_y \quad (1)$$

де ρ_k питомий опір протікаючої крові, L_A - довжина ділянки тіла між потенційними електродами, S_A - площа поперечного перерізу артерії, R_y - опір, що виникає в результаті дії ультразвукових коливань.

При такій моделі амплітуда реографічного сигналу буде дорівнювати різниці підсумкового опору (тобто опір чотирьох паралельно з'єднаних резисторів) при діастолічному тиску R_D і результуючий опір при систолічному тиску R_C помноженому на коефіцієнта впливу ультразвуку $k_{y.впл}$.

$$\partial R_{A_{\max}} = [(R_D - R_C) \cdot k_{впл}] = \left(\frac{\rho_k^2 L_A \partial S_{A_{\max}}}{\rho_k S_T^2} \right) \cdot k_{y.впл} \quad (2)$$

Як бачимо, зміна значень $\partial R_{A_{\max}}$ амплітуди реосигнала дійсно визначається величиною максимальної зміни поперечного перерізу артерії $\partial S_{A_{\max}}$, зміна опору реографічного сигналу, а значить, кровонаповнення, але, крім цього, вона залежить від відстані між потенційними електродами L_A , еластичності і тонузу артерії (так як $\partial S_{A_{\max}}$ залежить від еластичності і тонузу

теж), залежить від квадрата поперечного перерізу тіла S_T^2 , залежить від серцевого викиду і від коефіцієнта впливу ультразвуку $k_{у.впл}$ [3,4].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета дослідження - залежність реографічних індексів від впливу параметрів ультразвуку. Для цього була створена дослідна установка в складі комплексу біомедичних досліджень «KL-720» та апарату ультразвукової терапії «УЗТ-1.01Ф» (частота коливань – 880 кГц, тривалість імпульсів 1-10 мс) неперервний(синусоїдальний) та в імпульсний режимі з регулюванням інтенсивності від 0,4 до 1,0 Вт/см² та часу дії на біологічний об'єкт (БО)(Рис.1).

Для визначення динаміки змін реографічних параметрів біологічних тканин при впливі ультразвуку були проведені ряд експериментів, для 10 пацієнтів в нормальних умовах і з впливом ультразвуку інтенсивністю від 0,4 Вт / см² до 1,0 Вт / см², для чоловічої і жіночої статі, розрахунок реографічних індексів в табл.1.

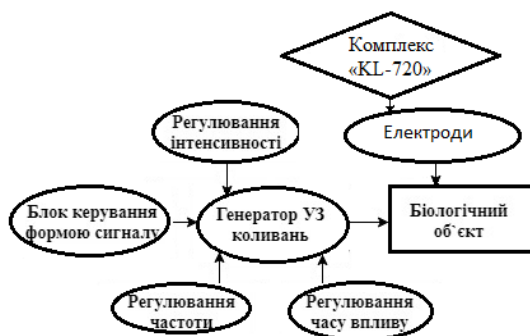


Рис.2. Дослідна установка

Таблиця 1. Результати реографічних дослідів без впливу ультразвуку в нормальних умовах.

№	Стать	A (амплітуда)	PI (Реографічний індекс) Ом	ІЕ (Індекс еластичності) %	ІТС (Показник тону судин) %	ІПО (Індекс перефіричного опору) %
Пацієнт	Чол.	0.16	1.5	87.09	12.85	77.77
Пацієнт	Чол.	0.24	1.7	82.05	13.22	78.12
Пацієнт	Чол.	0.25	2.3	82.85	13.14	75.86
Пацієнт	Чол.	0.25	2.3	86.2	13.00	80
Пацієнт	Чол.	0.17	1.6	82.92	14.33	73.52
Сер. зн.		0.21	1.88	84.22	13.3	77.05
Пацієнт	Жін.	0.27	1.6	86.66	13.07	76.92
Пацієнт	Жін.	0.25	2.5	84.8	13.68	78.57
Пацієнт	Жін.	0.15	1.5	88.57	13.51	80.64
Пацієнт	Жін.	0.17	2.5	91.17	13.61	74.19
Пацієнт	Жін.	0.18	1.6	82.14	14.72	86.95
Сер. зн.		0.20	1.94	86.66	13.71	79.45

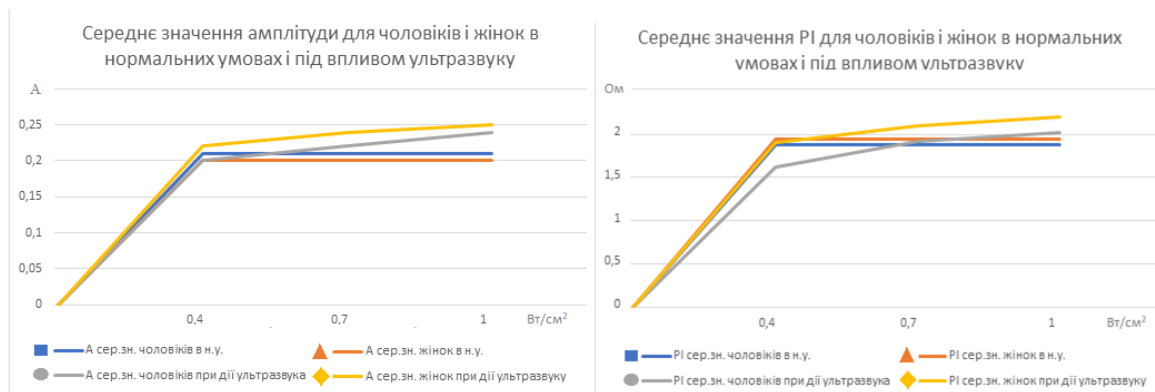


Рисунок 3,4 Графіки середніх показники амплітуди A , реографічних індексів PI для чоловіків і жінок в нормальних умовах і під впливом ультразвуку

ВИСНОВКИ

В результаті досліджень встановлено, що при впливі ультразвуку терапевтичних інтенсивностей змінюється швидкість кровотоку, кровонаповнення органів, пульс. На рис.3,4 показані амплітуди A , реографічних індексів PI для чоловіків і жінок в нормальних умовах і при впливі ультразвуку різних інтенсивностей. Встановлено зміни параметрів реограм по амплітуді та частоті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої: монографія / Терещенко М.Ф. Тимчик Г. С., Чухраєв М.В. Кравченко АЮ. - Київ.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. -184 с.
2. Батурин А.П., Терещенко Н.Ф. Влияние ультразвука на изменения реографических характеристик// Новые направления развития приборостроения. Материалы 11-й Международной научно-технической конфер. молодых ученых и студ. 18-20 апреля 2018 г. / Минск, БНТУ, 2018,- 497 с.
3. Терещенко М.Ф. Дослідження параметрів впливу ультразвукового сигналу на біологічні структури./ М.Ф. Терещенко, А.В. Кирилова // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування.-2011.- Вип.41 . С.152-161
4. Батурин А.П., Терещенко М.Ф. Вплив ультразвуку на реографічні показники біологічних тканин при фізіотерапевтичних процедурах // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки». Том 29 (68) № 5, ч.1, 2018 с.33-38

Наук. керівник – к.т.н., доцент Терещенко М.Ф.